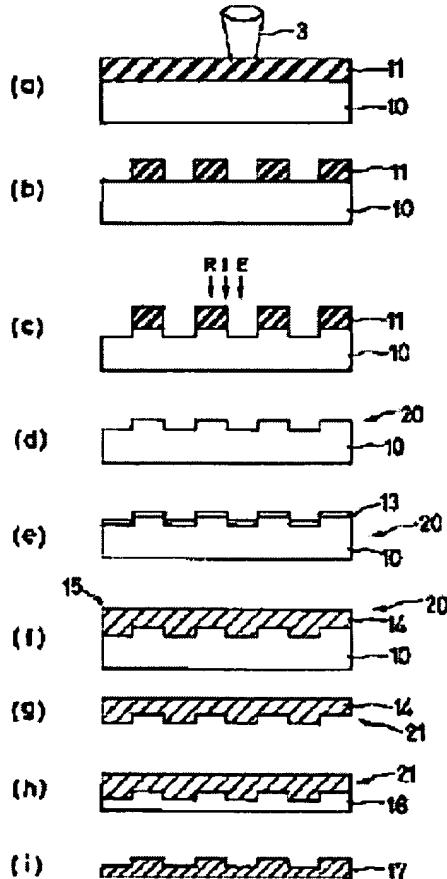


PRODUCTION OF STAMPER FOR OPTICAL DISK**Publication number:** JP10241213**Publication date:** 1998-09-11**Inventor:** KONISHI HIROSHI**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK**Classification:****- international:** B29C33/38; G11B7/26; B29C33/38; G11B7/26; (IPC1-7): G11B7/26; B29C33/38**- European:****Application number:** JP19970046521 19970228**Priority number(s):** JP19970046521 19970228**Report a data error here****Abstract of JP10241213**

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture a stamper capable of producing an optical disk of a low noise level. **SOLUTION:** The surface of a glass master disk 10 coated with a photoresist 11 is irradiated a light beam 3, by which guide groove patterns or very small rugged signal patterns are recorded thereon. These recording patterns are developed to expose the surface of the glass master disk 10 and the surface is subjected to reactive ion etching(RIE) down to a desired depth with the non-developed surface as a mask, by which the guide grooves or the very small raggedness is formed. The residual photomask is removed to form a glass master 20. The metallic stamper 21 is manufactured by forming and Ni conductive layer 13 and an Ni electroforming layer 14 on the surface of this glass master 20. The stamper 21 is peeled from the glass master 20.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-241213

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.⁶
G 11 B 7/26
B 29 C 33/38

識別記号
5 1 1

F I
G 11 B 7/26
B 29 C 33/38

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全7頁)

(21)出願番号 特願平9-46521

(22)出願日 平成9年(1997)2月28日

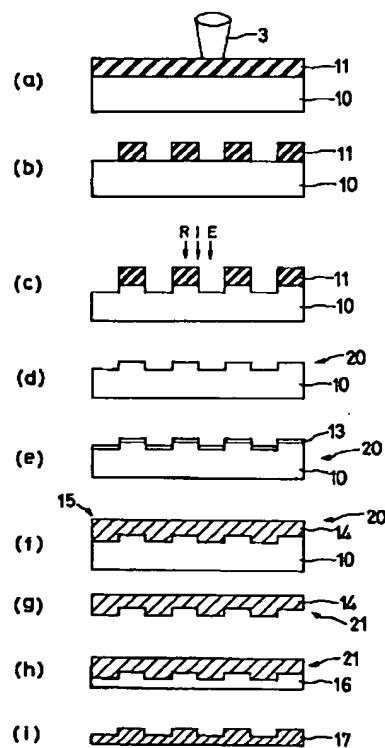
(71)出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(72)発明者 小西 浩
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】光ディスク用スタンパーの製造方法

(57)【要約】

【課題】低ノイズレベルの光ディスクを製造することができるスタンパーを作製する。

【解決手段】フォトレジスト11が塗布されたガラス原盤10上に光ビーム3を照射してガイド溝パターンあるいは微小な凹凸信号パターンを記録する。この記録パターンを現像し、ガラス原盤10の表面を露出させ非現像面をマスクとして所望の深さまでアクリティブイオンエッティング(RIE)することによりガイド溝あるいは微小な凹凸を形成する。残留フォトマスクを除去してガラスマスター20を形成する。このガラスマスター20の表面にNi導電層13とNi電鍍層14を形成して金属スタンパー21を作製する。このスタンパー21をガラスマスター20から剥離する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトレジストが塗布されたガラス原盤上に光ビームを照射してガイド溝パターンあるいは微小な凹凸信号パターンを露光記録する工程と、前記記録パターンを現像してガラス原盤表面を露出させ、非現像面をマスクとして所望の深さまでリアクティブイオンエッティングすることによりガイド溝あるいは微小な凹凸をガラス原盤の表面に形成する工程と、残留フォトマスクを除去してガラスマスターを作製する工程と、前記ガラスマスターの表面に導電膜を成膜する工程と、前記導電膜の上に金属をめっきして金属スタンパーを作製する工程と、前記ガラスマスターから金属スタンパーを剥離する工程とを含むことを特徴とする光ディスク用スタンパーの製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の光ディスク用スタンパーの製造方法において、ガラス原盤が石英であることを特徴とする光ディスク用スタンパーの製造方法。

【請求項3】 請求項1または2記載の光ディスク用スタンパーの製造方法において、ガラス原盤のエッティング深さが100nm以上であることを特徴とする光ディスク用スタンパーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学式情報記録媒体の製造方法に係り、特にビデオディスク、デジタルオーディオディスク、追記型ディスクおよび書換可能型ディスク等の情報記録媒体を射出成形するときに成形型として用いられるスタンパーの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高密度データが蓄積でき高速に情報処理可能な光ディスクは、オーディオや画像用途、さらにはコンピュータメモリーとして注目されている。直径5.25インチや3.5インチ等の光ディスクは、情報の書き換えが可能である光磁気タイプや相変化タイプがISO規格により標準化されており、今後さらに市場への普及が加速されるものと予想される。

【0003】また、最近ではSD規格等のDVD(デジタルビデオディスク)に関する規格も固まりつつあり、マルチメディア分野への光ディスクの応用が一層期待されている。

【0004】このような光ディスクは、図2に示すようにディスク基板1に記録再生装置のピックアップ2からの光ビーム3を情報に沿って導くための、すなわちトラッキングのためのガイドを凹と凸の形でディスクの内周から外周へ向けて螺旋状に形成している。この溝をガイド溝と呼ぶ。トラッキングガイドについて詳しく説明すると、ISO規格において定義されているように、ピッ

クアップ2側から見た場合に凹となる部分4、すなわち遠方になる部分はランドと呼ばれる。一方、凸となる部分5、すなわち近くになる部分はグループと呼ばれる。ランド4の中心から隣接するランド4の中心までの距離をトラックピッチPと呼んでいる。一般的に、グループ5の深さdは50nm、幅Wは0.4~0.6μmであり、トラックピッチPは1.4μmのものが主流をなしている。

【0005】また、最近ではさらに高密度な情報の記録を可能にするため、トラックピッチPを1.1μmにして狭トラックピッチ化した光ディスクも報告されている。しかし、例えば光ディスクの場合、波長630~680nmの半導体レーザーおよび開口数(NA)0.5~0.6の対物レンズを搭載した従来のピックアップ2ではトラックピッチPを1.1μmより小さくすると隣接したトラックに書き込まれた情報への影響(光クロストーク)が極端に大きくなること、またトラッキングに必要なトラッキング誤差信号が極端に小さくなるため正確なトラッキングが行い難くなること等の問題が生じていた。

【0006】また、記録型光ディスクの場合には、トラックにデータを書き込んだり消去する際に隣接するトラックのデータをも消去してしまうという問題もあった。すなわち、光磁気ディスクや相変化ディスクは、レーザー光によってディスクの温度を上昇させる熱記録であるため、隣接するトラックとの間隔が小さくなれば隣接トラックへの熱拡散がより大きくなる。そのため、トラックに情報を書き込んだり、消去したりするとき、隣接トラックに書き込まれている情報を消してしまう。これを熱クロストークまたはクロスイレイズと呼んでいる。特に、狭トラックピッチ化のためランドとグループの両方に情報を記録するランド・グループ記録方式では、クロスイレイズの影響を受け易く、多数回の繰り返し記録時におけるクロスイレイズの制御が重要である。従来の光ディスクにおいて、このようなクロスイレイズが問題となるランドおよびグループの幅は、光磁気タイプ、相変化タイプともに0.7μm程度が限界となっており、さらなる狭トラック化が困難な状況になっている。

【0007】そこで、本発明者らは、先にクロスイレイズ低減のためガイド溝の深さを深くした光ディスクを提案した。すなわち、この光ディスクは、溝による段差を大きくすることで隣接するトラックへの熱伝搬距離を長くし、クロスイレイズ耐性を向上させるようにしたものである。その結果として、従来のランド・グループ記録方式の光ディスクではグループ深さが40~90nmであったのを、より深いグループにすることができる。例えばグループ深さが100nm以上であればトラックピッチPを0.7μm以下にできる。

【0008】図3にこのような従来の光学式情報記録媒体の製造方法を示す。この記録媒体の製造方法は、先ず

鏡面研磨されたガラス原盤10上にシランカップリング剤等のプライマーを表面に塗布した後、フォトレジスト11を塗布し乾燥させる(a)。その後、Arレーザー光、He-Cdレーザー光、電子ビーム、紫外線、遠紫外線等の光ビーム3によりガイド溝やROM情報、プリフォーマット情報等にしたがって、信号パターンを露光し記録する。次に、現像を行い、露光した部分あるいは未露光部分を除去する(b)。露光部分が溶解されるようなフォトレジスト11としてはポジ型フォトレジスト、未露光部分が除去されるようなフォトレジストとしてはネガ型フォトレジストがそれぞれ知られており、必要に応じて使い分けられる。このように記録信号が凹状信号となるように形成し、ガラスマスター12とする。このガラスマスター12の表面に無電解めっき、スパッタ等の方法によりNi等の導電膜13を形成し(c)、導通処理した後、さらにその上に電鋳法によりNi電鋳層14を形成する(d)。そして、ガラス原盤10からNi電鋳層14を剥離することにより記録信号が凸状の金属スタンパー15を作製する(e)。最後に残留レジストを酸素プラズマや溶剤等で除去してスタンパー15が完成する。このスタンパー15を使用して、ポリカーボネート等の合成樹脂16を用いた射出成形法(f)や紫外線硬化樹脂を用いた2P法により凹状の記録信号を有する光ディスク基板(いわゆるレプリカ)17を複製する(g)。射出成形法では、高温で溶融した状態の合成樹脂16を金型の中へ加圧注入してレプリカを作製する。一方、紫外線硬化樹脂を用いる方法では、金型に紫外線硬化樹脂を塗布した後、ガラスもしくは合成樹脂製の基板を押し付け、紫外線を照射して紫外線硬化樹脂を硬化させることによってレプリカを作製する。この後、光ディスク基板17の記録信号面上にアルミニウム等の金属反射膜や磁性膜を形成して光ディスクを形成する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、スタンパー15を用いてレプリカディスク、すなわち光ディスク基板17を作製しているため、ディスクの品質はこのスタンパー15に依存していると言つても過言ではない。そのため、いかに高い品質のスタンパーを作製するかが非常に重要なことである。しかしながら、従来の製造方法によりスタンパー15を作製し、このスタンパー15から光ディスク基板17を作製し、この光ディスク基板にデータを記録し、再生すると、図4に破線L1で示すように数100kHzから数MHzに及んで未記録ノイズが大きくなっていることが判明した。また、この傾向は特に溝の凹凸が100nm以上のものに多いことが判った。このような未記録ノイズは、ディスクにデータを記録していない状態でも生じるため、基板製造工程の条件を再チェックし改善を加えてみたがいっこうに低減させることができなかつた。

【0010】そこで、光ディスク基板17の原盤である

スタンパー15を走査型電子顕微鏡で観察したところ、溝の壁面部が段差の低いものに比べて粗面であることが判った。溝壁面の凹凸のピッチ間隔とノイズの周波数から考えて、ノイズの原因はこの溝壁面の表面粗さによるものと考えられる。

【0011】上記した通り従来の光ディスク用スタンパーの製造方法は、フォトレジストパターンの表面にNi等の金属を電鋳法によりめっきして電鋳層14を形成した後、ガラス原盤10から剥離してスタンパー15を作製していた。よって、通常のスタンパーの製造工程の場合、フォトレジストパターン上に直接金属を積層するため、フォトレジストパターンの品質がスタンパーそのものの品質を決定するといつても過言ではない。言い換えれば、ノイズの原因と思われるスタンパーの壁面の表面粗さは、フォトレジスト11の溝パターンを形成したときに既に決定されているといえる。しかしながら、レジストパターンの溝壁面の表面粗さは、フォトレジスト材料の選択、レーザーカッティング条件、現像条件の最適化等により低減されてきはいるが、特に段差の大きいスタンパーの場合、壁面の角度を制御することが困難であるとともに壁面露出面積が大きく、光ヘッドで再生したとき壁面が見えるなどの理由から十分に容認できるノイズレベルまでには達していなかった。

【0012】本発明は上記した従来の問題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、低ノイズレベルの光ディスクの製造を可能にした光ディスク用スタンパーの製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには本発明は、フォトレジストが塗布されたガラス原盤上に光ビームを照射してガイド溝パターンあるいは微小な凹凸信号パターンを露光記録する工程と、前記記録パターンを現像してガラス原盤表面を露出させ、非現像面をマスクとして所望の深さまでリアクティブイオンエッチングすることによりガイド溝あるいは微小な凹凸をガラス原盤の表面に形成する工程と、残留フォトマスクを除去してガラスマスターを作製する工程と、前記ガラスマスターの表面に導電膜を成膜する工程と、前記導電膜の上に金属をめっきして金属スタンパーを作製する工程と、前記ガラスマスターから金属スタンパーを剥離する工程とを含むことを特徴とする。また、本発明は、ガラス原盤が石英であることを特徴とする。さらに、本発明は、ガラス原盤のエッティング深さが100nm以上であることを特徴とする。

【0014】本発明において、リアクティブイオンエッチングはガラス原盤のガラス部分をフォトレジストのようなポリマーに比べて非常にシャープにエッチングする。したがって、フォトレジストパターンよりも壁面の表面粗さが低く、また壁面角度の大きい溝を形成することができる。壁面角度が大きいと、溝を光磁気ヘッドで

再生したとき壁面が見え難く、壁面の表面粗さによるノイズを低減することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係るスタンパーの製造方法を示す工程図である。本発明に係る製造方法においては、以下の工程。

①フォトレジスト11が塗布されたガラス原盤10上に光ビーム3を照射してガイド溝パターンあるいは微小な凹凸信号パターンを露光記録する工程(a)。

②記録パターンを現像してガラス原盤10の表面を露出させ(b)、非現像面をマスクとして所望の深さまでリアクティブイオンエッチング(RIE)することによりガイド溝あるいは微小な凹凸をガラス原盤10の表面に形成する工程(c)。

③残留フォトマスクを除去してガラスマスター20を作製する工程(d)。

④ガラスマスター20の表面に導電膜13を成膜する工程(e)。

⑤導電膜13の上に金属をめっきして金属スタンパー15を作製する工程(f)。

⑥ガラスマスター20から金属スタンパー15を剥離する工程(g)。

を備え、最後に残留レジストを酸素プラズマや溶剤等で除去してスタンパー21を完成させる。

【0016】すなわち、本発明は、リアクティブイオンエッチング(RIE)によってガイド溝あるいは微小な凹凸をガラス原盤10の表面に形成することを特徴とするものである。

【0017】リアクティブイオンエッチングは、イオン(イオンエッチング)と活性ラジカル(プラズマエッチング)の両方を利用したエッチング法で、次のような特徴をもっている。

①異方性エッチングが行える。したがって、微細パターンの加工が可能である。

②被エッチング物質のエッチング速度が大きく、フォトレジスト、下地等に対する選択比を大きくとることができる。

③プラズマエッチングではエッチングの難しかった Al_2SiO_5 等に対しても十分速いエッチング速度が得られる。

したがって、このようなリアクティブイオンエッチングを用いると、フォトレジストのようなポリマーに比べてガラス原盤10の表面を非常にシャープにエッチングすることができ、フォトレジストパターンよりも壁面の表面粗さが低く、また溝の壁面角度の制御が容易で、壁面角度の大きい溝を形成することができる。リアクティブイオンエッチングによるガラス原盤10のエッチング深さは、100nm以上である。ガラス原盤10としては、石英(合成石英を含む)が用いられる。

【0018】このようにして作製されたスタンパー21を使用して、ポリカーボネート等の合成樹脂16を用いた射出成形法(h)や紫外線硬化樹脂を用いた2P法により凹状の記録信号を有する光ディスク基板17を複製し(i)、その記録信号面上にアルミニウム等の金属反射膜や磁性膜を成膜すると光ディスクが完成する。

【0019】このように、本発明による製造方法によって製作されたスタンパー21においては、溝壁面の表面粗さが低く、また壁面角度の大きい溝を形成することができるので、このようなスタンパーにより複製された光ディスクを光磁気ヘッドで再生したとき溝壁面が見え難く、壁面の表面粗さによるノイズを小さくすることができる。

【0020】

【実施例】外径185mm、内径20mm、厚さ6mmで、表面粗度5nm以下に鏡面研磨された合成石英原盤を用意し、この原盤を濃硫酸と過酸化水素水を体積比4:1の割合で混合した液中(液温は40°C)に5分間浸漬した後、超純水、代替フロン(旭硝子社製K225ES)で超音波洗浄した。

【0021】次に、合成石英原盤の表面にプライマー(トランシル社製アンカーコート)をスピンドルコートした後、ポジ型レジスト(ヘキスト社製AZP1350)を溶媒としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートに溶解させてレジスト溶液を調整し、スピンドルコートした。次に、Arイオンレーザーを搭載したカッティングマシンで合成石英原盤の半径30mmから半径60mmまでの領域を露光した。なお、トラックピッチは1.0μmであり、現像後に幅0.5μmのランド(あるいはグルーブ)が形成されるようなレーザーパワーで連続的に露光した。露光時の合成石英原盤の回転数は900rpm、レーザー光のスポット径は約0.8μmである。

【0022】その後、無機アルカリ液(ヘキスト社製AZデベロッパー)と超純水とを体積比3:5の割合で混合し希釈した現像液でスピンドルコートした。この時の現像条件は前純水塗布時間54秒、現像液塗布時間98秒、後純水シャワー時間90秒、スピンドル乾燥時間90秒である。次いで、120°Cのクリーンオーブン内で30分間ポストベークした。

【0023】その後、反応性イオンエッチング装置(日電アネルバ社製DEA506)のチャンバー内に合成石英原盤を入れ真空度 1×10^{-4} Paまで排気した後、CHF₃ガスを導入し反応性イオンエッチングを行なった。この時のガス流量は6sccmであり、ガス圧は0.3Pa、RF電力は300W、自己バイアス電圧は-300V、電極間距離は100mm、エッチング時間は3分、6分、9分に設定した。

【0024】次に、濃硫酸と過酸化水素水を体積比4:1の割合で混合した液中に合成石英原盤を浸漬し残留レ

ジストを剥離した。この時の液温は100°Cであり、処理時間は5分である。その後、超純水、代替フロンで超音波洗浄し石英マスターを製作した。この石英マスターの溝深さを計測したところ、エッチング時間が5分から10分までのサンプルでそれぞれ150nm、300nm、450nmとなった。作製した石英マスターにスパッタリング法により70nmのNi導電膜を成膜した。なお、スパッタリング法の代わりに真空蒸着、無電解めっき法等を使用することも可能である。このNi導電膜を電極としてNiを90分間電鍍めっきし、0.3mm厚のNiマスターを作製した。次に、Niをガラスマスターから剥離した後、金属板に裏打ちしNiスタンパーとした。

【0025】以上のようにして作製したNiスタンパーから射出成形法により直径130mmのランド、グループパターンプラスチック基板を複製した。

【0026】次に、この基板表面に窒化シリコン(Si₃N₄)誘電体層、TbFeCo光磁気記録層、窒化シリコン(Si₃N₄)保護層の順に成膜した後、紫外線硬化型樹脂により膜面にハードコードを形成した。

【0027】このようにして作製した光ディスクを波長680nm、対物レンズのNA0.55、ケラレ係数1.0、波面収差0.030λ(rms値)、偏光状態は直線偏光であり、その方向はガイド溝に対し平行となる方向であるピックアップにより再生し、反射光量信号出力をスペクトラムアナライザーに入力し未記録部のノイズレベルを測定した。この時の再生光パワーは、1.0mW、回転数は3500rpm、半径位置は60mmである。

【0028】このときの溝(段差)深さとノイズレベルの関係を図4の実線L2で示す。測定周波数は5MHzである。図4に示すように、溝深さを150nmから450nmにわたって変えて、従来の製造方法で作製されたスタンパーを用いて製作した光ディスクに比べてノイズレベルの上昇傾向は全く見られず、低ノイズな光ディスクを得ることができた。

【0029】〔比較例〕先ず、外径185mm、内径20mm、厚さ6mm、表面粗度5nm以下に研磨された合成石英原盤を濃硫酸と過酸化水素水を体積比4:1の割合で混合した液中(液温は40°C)で5分間浸漬した後、超純水、代替フロンで超音波洗浄した。

【0030】次に、上記した実施の形態と同様に合成石英原盤の表面にプライマーをスピニコートした後、ポジ型レジストを溶媒としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートに溶解させてレジスト溶液を調整し、スピニコートした。この時、溶媒とフォトレジストの希釈比を変えて150nm、300nm、450nm厚さのフォトレジスト原盤を得た。

【0031】次に、Arイオンレーザーを搭載したカッティングマシンで合成石英原盤の半径30mmから半径

60mmまでの領域を露光した。トラックピッチは1.0μmであり、現像後に幅0.5μmのランド(あるいはグループ)が形成されるようなレーザーパワーで連続的に露光した。露光時の合成石英原盤の回転数は900rpm、レーザー光のスポット径は約0.8μmである。

【0032】その後、無機アルカリ液と超純水とを体積比3:5の割合で混合し希釈した現像液でスピニ現像した。この時の現像条件は前純水塗布時間54秒、現像液塗布時間98秒、後純水シャワー時間90秒、スピニ乾燥時間90秒である。次いで、120°Cのクリーンオープン内で30分間ポストベークした。

【0033】作製したガラスマスターにスパッタリング法により70nmのNi導電膜を成膜した。なお、スパッタリング法の代わりに真空蒸着、無電解めっき法等を使用することも可能である。このNi導電膜を電極としてNiを90分間電鍍めっきし、0.3mm厚のNiマスターを作製した。次に、Niをガラスマスターから剥離し、金属板に裏打ちすることによりNiスタンパーを作製した。以上のようにして作製したNiスタンパーを用いて射出成形法により直径130mmのランド、グループパターンプラスチック基板を複製した。

【0034】次に、この基板の表面に窒化シリコン(Si₃N₄)誘電体層、TbFeCo光磁気記録層、窒化シリコン(Si₃N₄)保護層の順に成膜した後、紫外線硬化型樹脂により膜面にハードコードを形成した。

【0035】このようにして作製した光ディスクを波長680nm、対物レンズのNA0.55、ケラレ係数1.0、波面収差0.030λ(rms値)、偏光状態は直線偏光であり、その方向はガイド溝に対し平行となる方向であるピックアップにより再生し、反射光量信号出力をスペクトラムアナライザーに入力し未記録部のノイズレベルを測定した。この時の再生光パワーは、1.0mW、回転数は3500rpm、半径位置は60mmである。

【0036】このときの溝(段差)深さとノイズレベルの関係を図4の破線L1で示す。測定周波数は5MHzである。図4に示すように、従来方法で製作されたスタンパーを用いて光ディスクを製作した場合は、溝深さが200nmからノイズレベルが約6dB上昇する結果となつた。

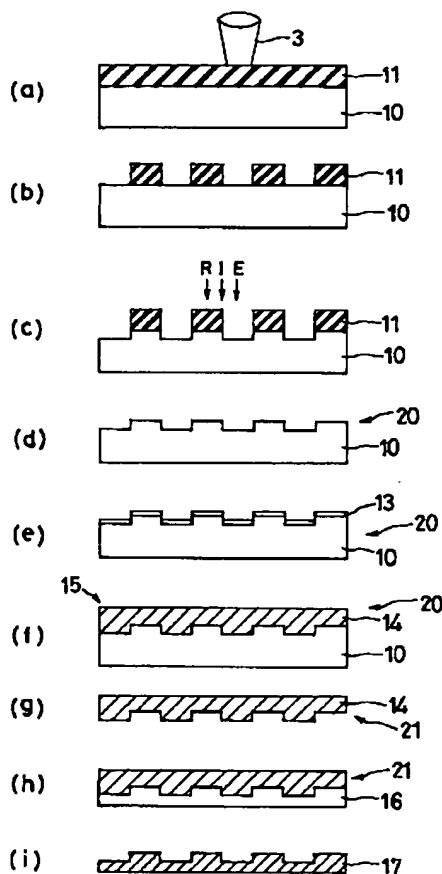
【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光ディスク用スタンパーの製造方法は、フォトレジストが塗布されたガラス原盤上に光ビームを照射してガイド溝パターンあるいは微小な凹凸信号パターンを露光記録する工程と、記録パターンを現像してガラス原盤表面を露出させ、非現像面をマスクとして所望の深さまでアクリティブイオンエッチングすることによりガイド溝あるいは微小な凹凸をガラス原盤の表面に形成する工程と、残留

フォトマスクを除去してガラスマスターを作製する工程と、前記ガラスマスターの表面に導電膜を成膜する工程と、前記導電膜の上に金属をめっきして金属スタンパーを作製する工程と、前記ガラスマスターから金属スタンパーを剥離する工程とを備えているので、溝の深さが100 nm以上であっても溝壁面の表面粗さが低く、また溝の壁面角度の制御が容易で、壁面角度の大きい溝を形成することができる。したがって、このようなスタンパーにより複製された光ディスクにおいても溝壁面の表面粗さが低く、また壁面角度の大きい溝を形成することができ、低ノイズレベルの光ディスクの製作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】(a)～(i)は本発明に係るスタンパーの製造方法の工程を示す図である。

【図2】光ディスクの要部の断面図である。

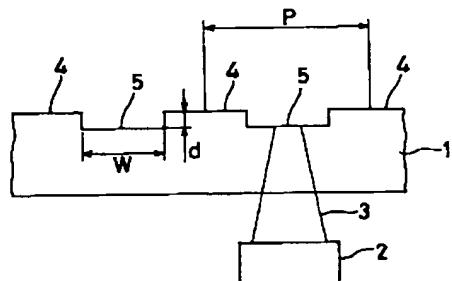
【図3】(a)～(g)は従来のスタンパーの製造方法の工程を示す図である。

【図4】スタンパーの溝深さとノイズレベルの関係を示す図である。

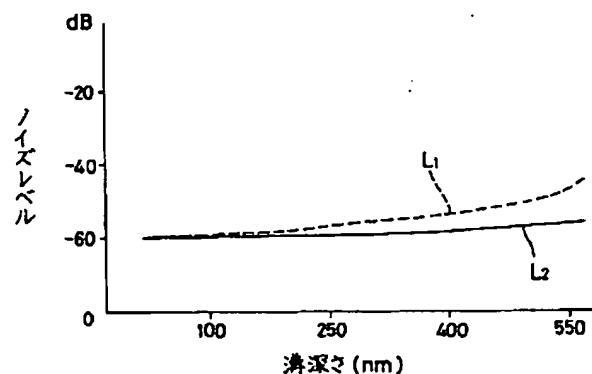
【符号の説明】

3…光ビーム、10…ガラス原盤、11…フォトレジスト、12…ガラスマスター、13…Ni導電膜、14…Ni電鍍層、15…スタンパー、16…ポリカーボネート合成樹脂、17…光ディスク基板、20…ガラスマスター、21…スタンパー。

【図2】



【図4】



【図3】

